ÁGUAS SUPERFICIAIS CONTINENTAIS: EUTROFIZAÇÃO

Maria Elisa Castellanos Solá

Universidade Federal de Minas Gerais

Programa de Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre

Junho de 2002

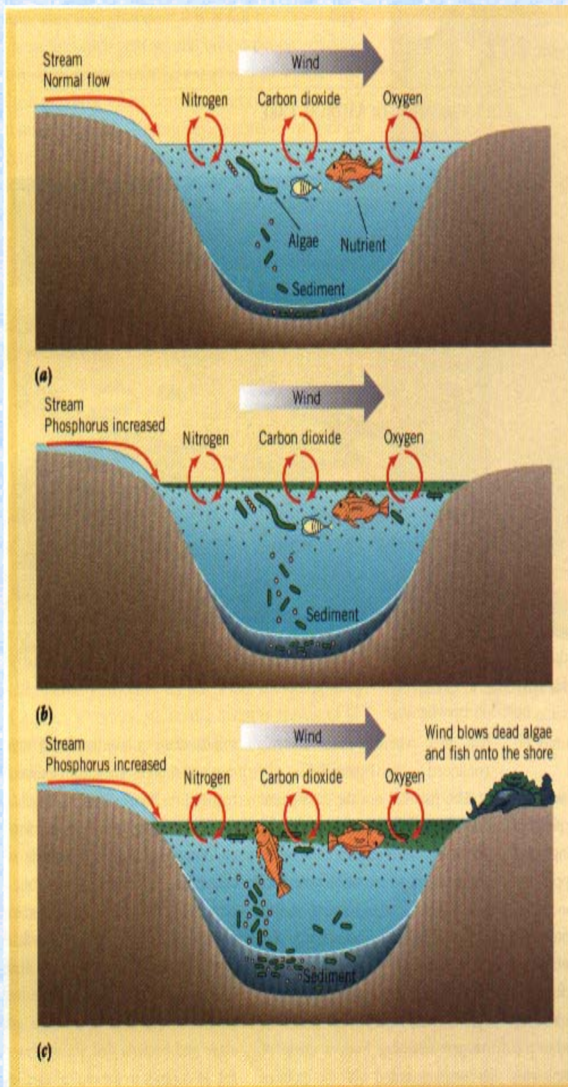
CONCEITO DE EUTROFIZAÇÃO

NAUMANN (1919) :
Lagos Eutróficos → Lagos com muitas algas
Lagos Oligotróficos → Lagos com poucas algas
- **Fatores determinantes: fósforo e nitrogênio**

FREDMAN (1993) : Processo pelo qual um ecossistema aquático aumenta sua produtividade como resultado de um aumento na da taxa de entrada de nutrientes.

CARPENTER (1998): Fertilização de águas superficiais por nutrientes que anteriormente eram escassos.

EUTROFIZAÇÃO



Lago oligotrofico

- **Equilíbrio entre Produção Primária, Consumo e Decomposição**

Eutrofização

- **Aporte de nutrientes**
- **Estímulo da Fotossíntese**
- **Aumento Produção Primária (Algas e Cianobactérias)**
- **Bloqueio da luz**
- **Morte de algas e bactérias**
- **Deposição de detritos**
- **Decomposição dos detritos**
- **Formação de sedimentos orgânicos**
- **Consumo de O_2**
- **Mudança na estrutura da comunidade , morte de peixes**
- **Produção de H_2S e CH_4 por bactérias anaeróbicas**
- **Liberação de íons do sedimento no ambiente redutor.**

CLASSIFICAÇÃO DOS LAGOS

(Vollenweider & Kerekes, 1982)

Tabela 1. Calssificação dos lagos quanto ao grau de eutrofização. (Vollenweider & Kerekes, 1982)

Categoria Trófica Média Anual	Fósforo Total	Clorofila	Clorofila Máximo	Secchi	Secchi Mínim.
	mg/m^3			m	
Ultra-oligotrófico	= 4.0	= 1.0	= 2.5	= 12.0	= 6.0
Oligotrófico	= 10.0	= 2.5	= 8.0	= 6.0	= 3.0
Mesotrófico	10 - 35	2.5 - 8	8 - 25	6 - 3	3 - 1.5
Eutrófico	35 - 100	8 - 25	25 - 75	3 - 1.5	1.5 - 0.7
Hypertrófico	= 100	= 25	= 75	= 1.5	= 0.7

Fonte: Wetzel, 1983.

CAUSAS DA EUTROFIZAÇÃO

- Aporte de nutrientes : Fósforo e Nitrogênio

- Fatores Intervenientes:

1. Concentração e disponibilidade de nutrientes
2. Luz disponível
3. Temperatura
4. Forma e profundidade do lago
5. Turbulência da água / Estratificação
6. Tempo de residência da água
7. Pastoréio do zooplâcton
8. Mortalidade do fitoplâncton por doenças
9. Sedimentação das algas
10. Regeneração dos nutrientes

CAUSAS DA EUTROFIZAÇÃO

Aporte de nutrientes: Fósforo e Nitrogênio

Experimental Lakes Area: Ontário - Canadá

- **Lago 304 :**

  fertilização P + N + C ⇒ eutrofização

  supressão aporte P ⇒ oligotrofização

- **Lago 226 :**

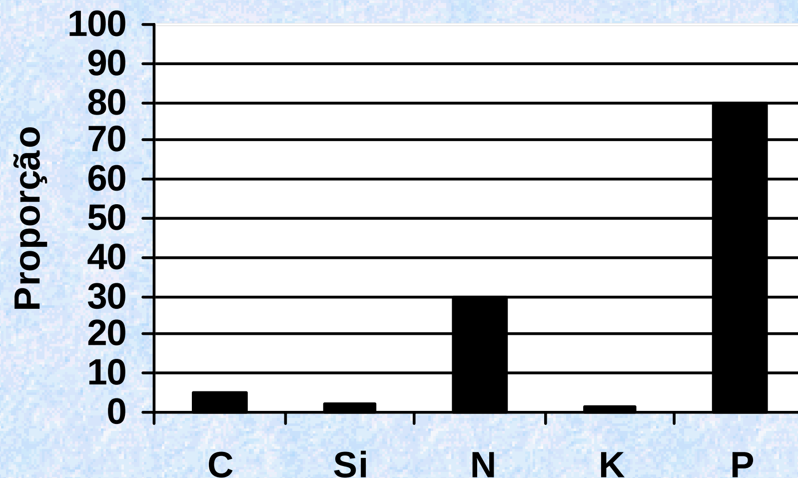
  Bacia I ⇒ fertilização P + N + C ⇒ eutrofização

  Bacia II ⇒ fertilização N + C ⇒ inalterado

FATORES LIMITANTES

FÓSFORO E NITROGÊNIO

As taxas dos processos ecológicos são controlados pelo fator ambiental essencial ao metabolismo que esteja presente em menor oferta com relação à demanda (ODUM, 1972).



***Nota*: Modificado de Wetzel (1983).**

<u>Demanda</u>: concentrações típicas de plantas aquáticas

<u>Oferta:</u> média de rios de água doce.

AS FONTES DE NUTRIENTES

Classificação quanto à Orígem:

- Natural
- Cultural (Antrópica)

Classificação quanto ao Tamanho:

- Pontual: ocorrência concentrada no espaço
  unidades discretas, facilmente identificáveis

- Difusa : ocorrência distribuída no espaço
  sem contornos definidos

FONTES PONTUAIS E DIFUSAS

Tipos de Fontes	Taxa de Aporte
Fontes Pontuais	
Efluente doméstico urbano	Contínuo e crescente
Efluente de drenagem pluvial urbana	Intermitente e crescente
Efluente industrial	Contínuo e constante
Efluente agropecuária intensiva	Contínuo e constante
Fontes Difusas	
Escoamento urbano	Intermitente e crescente
Escoamento agropecuária extensiva	Intermitente e declinante
Escoamento agricultura	Intermitente e declinante
Deposição atmosférica	Intermitente e variável

PRINCIPAIS FONTES DE NUTRIENTES
ÁREAS URBANAS

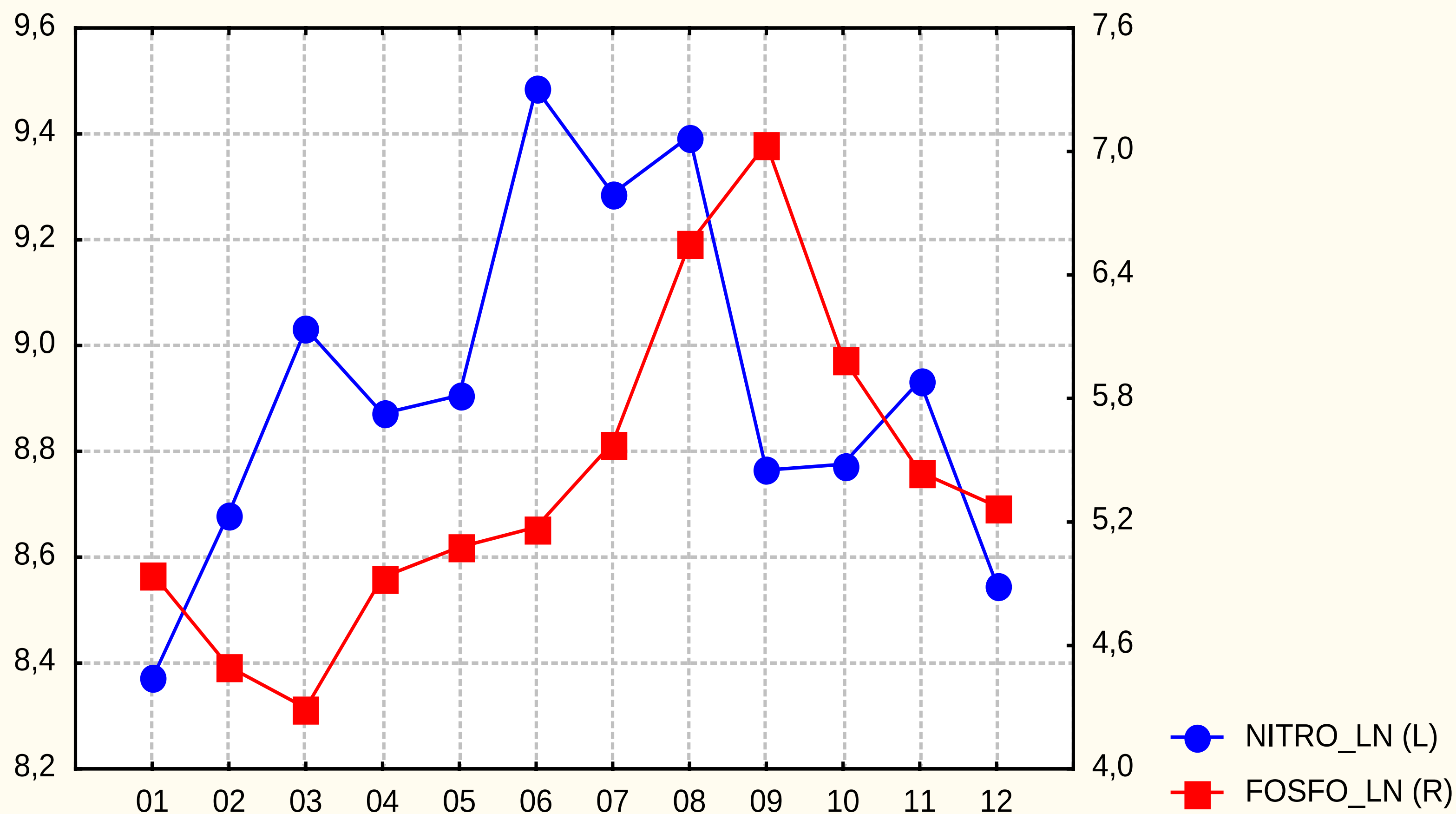
ESGOTOS DOMÉSTICOS: DEJETOS E DETERGENTES

Tabela 3. Aporte de Nitrogênio Total e Fósforo total provenientes de esgotos domésticos em função do tamanho da população.

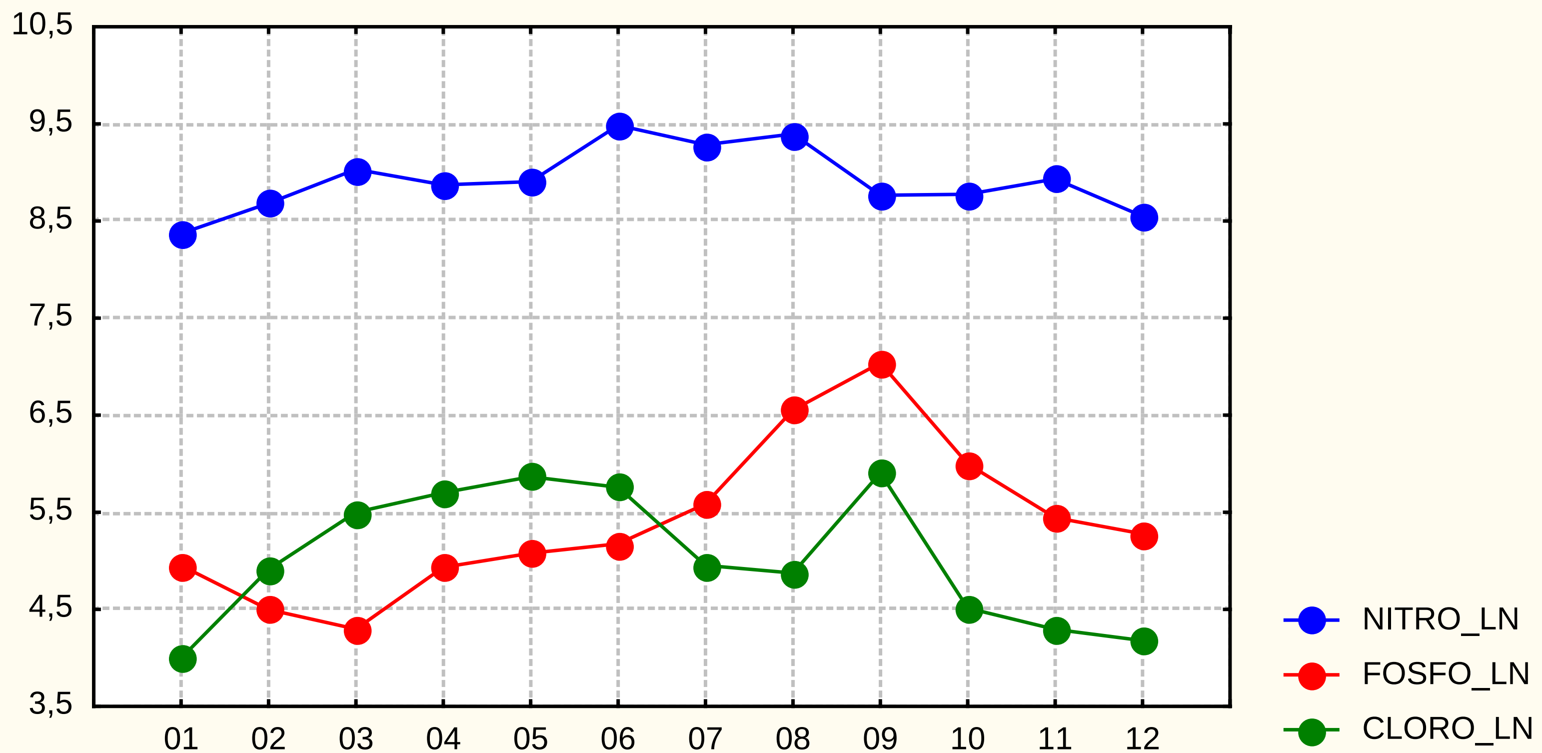
População nº habitantes	Nitrogênio toneladas/ano	Fósforo toneladas/ano
5.000	14,6	4,6
10.000	29,2	9,1
100.000	292	91,3
1.000.000	2.920	912,5

Nota: considerou-se os valores típicos de 8 g Ntot./hab./dia e de 2,5 g Ptot./hab./dia, conforme von Sperling (2000).

APORTE DE FÓSFORO E NITROGÊNIO
VARIAÇÃO SAZONAL DAS FONTES



APORTE DE NITROGÊNIO E FÓSFORO E PRODUÇÃO PRIMÁRIA



PRINCIPAIS FONTES DE NUTRIENTES ÁREAS RURAIS

- **Efluentes pecuária intensiva**
- **Escoamento superficial de áreas de pastagem**
- **Escoamento superficial de áreas de lavoura**

Grau de Proteção	Tipo de cobertura
Muito Alta	Florestas Naturais / Cultivadas
Alta	Formações arbustivas com estrato herbáceo denso; cerrado denso, pastagens cultivadas sem pisoteio.
Média	Florestas de eucaliptos com sub-bosque de nativas; cultivos de ciclo longo em curvas de nível ou em ruas; pastagem com baixo pisoteio.
Baixa	Culturas de ciclo longo de baixa densidade em ruas, culturas de ciclo curto.
Muito Baixa a Nula	Áreas desmatadas, áreas queimadas recentemente, solo exposto por arado, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

Quadro 2. Graus de proteção do solo por tipo de cobertura vegetal.
Fonte: Ross (1994), modificado.

APORTE DE FÓSFORO E NITROGÊNIO
ÁREAS RURAIS

Arbuckle (2002): 113 lagos do Iowa - USA

- Tipo de Cultivo x relação N/P
  - Bacias - pastagem: lagos com baixo N/P
  - Bacias - agricultura grãos: lagos com alto N/P

McEachern (2000): 24 lagos de Alberta - Canadá

- Incêndio e Não-incêndio x fósforo e nitrogênio
  - Bacias-incêndio: lagos com aumento de N e P

Planas (2000): 32 lagos de Quebec - Canadá

- Incêndio e Desmatamento x comunidade algas
  - Bacias-referência: domínio nanoflagelados
  - Bacias-desmate: aumento nanoflagelados
  - Bacias-incêndio: aumento diatomáeas

FATORES INTERVENIENTES NO PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO

LUZ DISPONÍVEL

• Scheffer (1997): cianobactéria Oscillastoriacea é mais competitiva em baixa intensidade que outras algas.

• Huisman (1999): espécies com menor valor crítico de luminosidade são mais competitivas, deslocando as demais.

• Xenopoulos (2002): crescimento de fitoplâncton é co-regulado pela limitação por fósforo e pela supressão de luz ultravioleta.

FATORES INTERVENIENTES NO PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO

MORFOMETRIA E REGIME HIDROLÓGICO

- Olding (2002): Lagos urbanos
  - Lagos profundos: eutrofização leva a aumento e dominância de cianobactérias e diminuição de crisofíceas.
  - Lagos rasos: eutrofização não leva a aumento e domínio de cianobactérias e quando isto ocorre, a composição da comunidade difere dos lagos profundos.

- Hall (1999): origem do lago e flutuação do NA
  - Reservatório : 500 km2 e flutuação 6,3 m

    → sempre dominado por diatomáceas

    raros quironomídeos e algas.
  - Lago inundado : 5 km2 e flutuação 1m.

    → redução do fitoplâncton

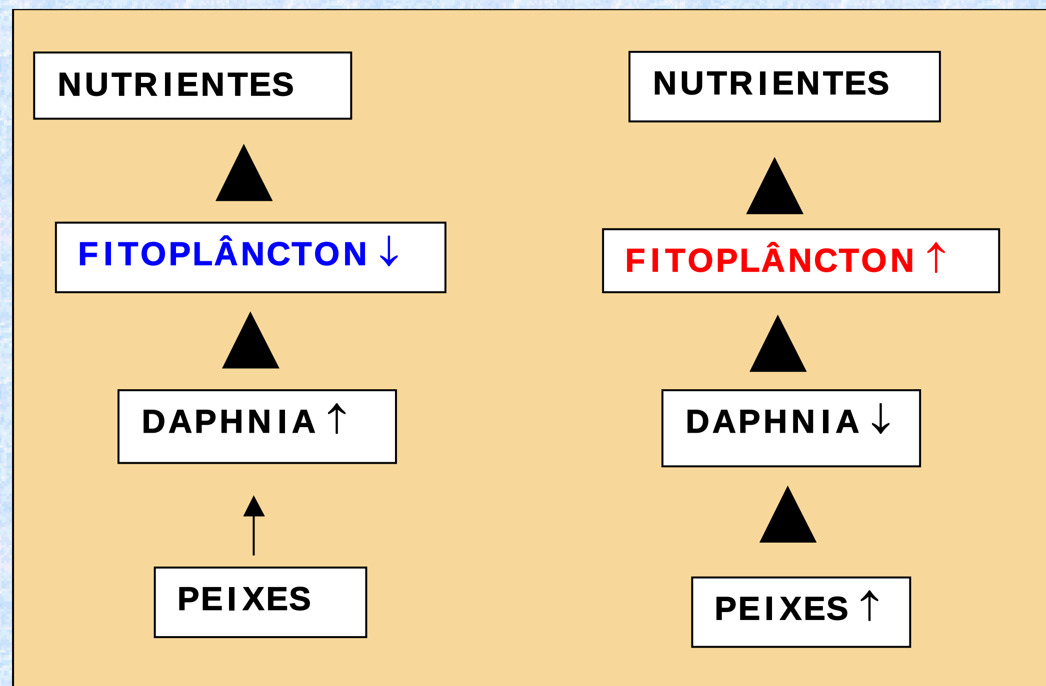
    aumento de quironomídeos e macrófitas.

FATORES INTERVENIENTES NO PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO

PASTOREIO POR HERVÍVOROS: Controle *top down*

- **Scheffer (2000) :**

Estudo teórico relação peixes/fitoplâncton



FATORES INTERVENIENTES NO PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO

DEFESA CONTRA HERVÍVOROS: Controle *bottom up*

Heresztyn (1997) : produção de cianotoxina intracelular de *Nodularia* spumingea está correlacionada com o número de células durante o *bloom*. Na fase final do *bloom* houve lise das células liberando o conteúdo para a coluna d’água.

Park (1998) : *Microcystis* produz maior quantidade de ciano-toxinas intracelulares durante a fase exponencial do bloom. Na fase final do *bloom*, a concentração cianotoxina extracelu-lar é maior devido à lise das células.

Kotak (2000) : biomassa de Microcystis e produção de cianotoxina está correlacionada com fósforo e baixa Nt/Pt.

Nelson (1999) : Lago Constance: Daphnia tornou-se resistente a cianotoxinas.

FATORES INTERVENIENTES NO PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO

AÇÃO DE PESTICIDAS

FITOPLÂNCTON

Heresztyn (1997) : Sulfato de cobre lisa as células de cia-nobactérias liberando suas toxinas e afeta as populações de micróbios que degradam as cianotoxinas.

ZOOPLÂNCTON

Hanazato (2001) : Revisão sobre os efeitos de pesticidas

- O efeito depende das espécies, genótipo e estágio de vida
- O pesticida pode alterar: taxa de mortalidade e reprodu-ção, defesas contra a predação (comportamento natató-rio, percepção do predador.

O CONTROLE DA EUTROFIZAÇÃO

A LEGISLAÇÃO

Lei Federal nº 6.038 de 31.08.81 : Poluição

"Degradação da qualidade ambiental resultante da atividade que direta ou indiretamente:

(i) lance matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (Res. CONAMA nº20),

(ii) afete as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente,

(iii) afete desfavoravelmente a bióta,

(iv) prejudique a saúde, a segurança e o bem estar da população,

(v) crie condições adversas às atividades sociais e econômicas."

O CONTROLE DA EUTROFIZAÇÃO

I. CONTROLE *BOTTOM UP* DO FITOPLÂNCTON

FONTES PONTUAIS URBANAS

- Programa de saneamento e tratamento de esgotos,
- Utilização de Tratamento Terciário dos esgotos,
- Utilização dedetergentes sem fósforo.

FONTES DIFUSAS RURAIS

- Programa de práticas agrícolas com uso adequado de fertilizantes,
- Programa de conservação do solo,
- Programa de recuperação de matas ciliares.

II. CONTROLE *TOP DOWN* DO FITOPLÂNCTON ?

- Controle do uso de pesticidas nas áreas agrícolas
- Manejo da comunidade favorecendo espécies preda-doras de fitoplâncton: Daphnia e peixes hervívoros.